



(43) 國際公開日
2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003)

PCT

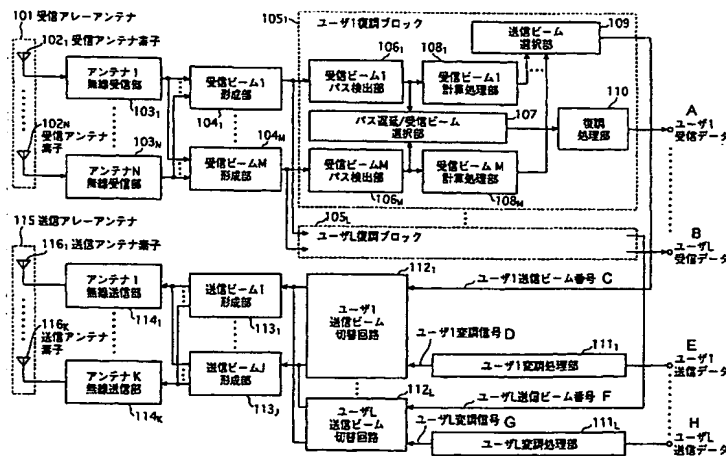
(10) 国際公開番号
WO 03/081805 A1

- | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--|
| (51) 国際特許分類: | H04B 7/06, H01Q 3/26 | (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都 港区 芝五丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP03/01791 | |
| (22) 国際出願日: | 2003 年 2 月 19 日 (19.02.2003) | (72) 発明者: および |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 丸田 靖 (MARUTA, Yasushi) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都 港区 芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | |
| (30) 優先権データ:
特願2002-88967 | 2002 年 3 月 27 日 (27.03.2002) JP | (74) 代理人: 山川 政樹 (YAMAKAWA, Masaki); 〒100-0014 東京都 千代田区 永田町 2 丁目 4 番 2 号 秀和溜池ビル 8 階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP). |

[統葉有]

(54) Title: MULTI-BEAM ANTENNA TRANSMITTER/RECEIVER AND TRANSMITTING/RECEIVING METHOD AND TRANSMISSION BEAM SELECTION METHOD

(54) 発明の名称: マルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法



- | | |
|--|--|
| 101...RECEPTION ARRAY ANTENNA | B...USER L RECEPTION DATA |
| 102 ₁ ...RECEPTION ANTENNA ELEMENT | 115...TRANSMISSION ARRAY ANTENNA |
| 102 _N ...RECEPTION ANTENNA ELEMENT | 116 ₁ ...TRANSMISSION ANTENNA ELEMENT |
| 103 ₁ ...ANTENNA 1 WIRELESS RECEIVER | 116 _K ...TRANSMISSION ANTENNA ELEMENT |
| 103 _N ...ANTENNA N WIRELESS RECEIVER | 114 ₁ ...ANTENNA 1 WIRELESS TRANSMITTER |
| 104 ₁ ...RECEPTION BEAM 1 FORMATION UNIT | 114 _K ...ANTENNA K WIRELESS TRANSMITTER |
| 104 _M ...RECEPTION BEAM M FORMATION UNIT | 113...TRANSMISSION BEAM 1 FORMATION UNIT |
| 105 ₁ ...USER 1 DEMODULATION BLOCK | 113 _J ...TRANSMISSION BEAM J FORMATION UNIT |
| 109...TRANSMISSION BEAM SELECTOR | 112...USER 1 TRANSMISSION BEAM SWITCHING CIRCUIT |
| 106 ₁ ...RECEPTION BEAM 1 PATH DETECTOR | 112 _L ...USER L TRANSMISSION BEAM SWITCHING CIRCUIT |
| 108 ₁ ...RECEPTION BEAM 1 CALCULATION PROCESSOR | C...USER 1 TRANSMISSION BEAM NUMBER |
| 107...PATH DELAY/RECEPTION BEAM SELECTOR | D...USER 1 MODULATION SIGNAL |
| 106 _M ...RECEPTION BEAM M PATH DETECTOR | 111...USER 1 MODULATION PROCESSOR |
| 108 _M ...RECEPTION BEAM M CALCULATION PROCESSOR | E...USER 1 TRANSMISSION DATA |
| 110...DEMODULATION PROCESSOR | F...USER L TRANSMISSION BEAM NUMBER |
| 105 _L ...USER L DEMODULATION BLOCK | G...USER L MODULATION SIGNAL |
| A...USER 1 RECEPTION DATA | 111 _L ...USER L MODULATION PROCESSOR |
| | H...USER L TRANSMISSION DATA |

(57) Abstract: A transmitter/receiver comprises reception beam formation units (104₁ - 104_M) that form a plurality of reception beams, and transmission beam formation units (113₁ - 113_J) that form a plurality of transmission beams. The transmitter/receiver further comprises reception beam calculation processors (108₁ - 108_M) that calculate the overall reception quality from the reception quality for each path delay of a user signal for each reception beam, and a transmission beam selector (109) that selects a reception beam whose overall reception quality is excellent and selects a transmission beam having a direction that is the same as, or close to the direction of the selected reception beam. Therefore, the optimum transmission beam may be selected even in a multi-path environment.

〔統葉有〕

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/081805 A1



(81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, KR, NO, SG, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 複数の受信ビームを形成する受信ビーム形成部(104₁~104_M)と、複数の送信ビームを形成する送信ビーム形成部(113₁~113_J)とを有する。さらに、受信ビームのそれぞれに対しユーザ信号のパス遅延毎の受信品質から総受信品質を計算する受信ビーム計算処理部(108₁~108_M)と、総受信品質の優れた受信ビームを選択し、選択された受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択する送信ビーム選択部(109)とを有する。したがって、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択することができる。

明 細 書

マルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法

発明の背景

本発明はアンテナ指向性制御により、他ユーザ干渉を抑圧するアレーアンテナ送受信装置に関し、特に複数の固定指向性パターン（マルチビーム）から送受信指向性を選択するマルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法に関する。

セルラ移動通信システムなどにおいて、信号の高速／高品質化、加入者容量の増大を目指し、複数のアンテナ素子から成るアレーアンテナ送受信装置を用いて、希望信号方向に対しては送受信利得を大きくし、その他の方向に対しては送受信利得を小さくするような指向性パターン（ビーム）を形成する方式が検討されている。複数の固定指向性パターン（マルチビーム）から送受信ビームを選択するマルチビーム方式は、その一方式である。

この種のマルチビームアンテナ送受信装置では、例えば「無線基地局のマルチビームアンテナシステム」（特開平 1 1－2 6 6 2 2 8 号公報）に開示されているように、受信時には複数の固定受信ビームの中から受信品質の優れた遅延パスの存在する受信ビームを選択して受信を行い、送信時には受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れた組と同一方向の送信ビームを選択して送信を行う。

図 7 は、従来のマルチビームアンテナ送受信装置の一例を示すブロック図である。従来のマルチビームアンテナ送受信装置は、受信アレーアンテナ 2 0 1 と、受信アンテナ素子 2 0 2₁～2 0 2_Nに対応するアンテナ 1 無線受信部 2 0 3₁～アンテナ N 無線受信部 2 0 3_Nと、受信ビーム 1 形成部 2 0 4₁～受信ビーム M 形成部 2 0 4_M（受信ビーム形成部 2 0 4 と称す）と、ユーザ 1 復調ブロック 2 0 5₁～ユーザ L 復調ブロック 2 0 5_L（ユーザ復調ブロック 2 0 5 と称す）と、ユーザ 1 変調処理部 2 1 1₁～ユーザ L 変調処理部 2 1 1_Lと、ユーザ 1 送信ビーム

切替回路212_i～ユーザL送信ビーム切替回路212_Lと、送信ビーム1形成部213_i～送信ビームJ形成部213_Jと、送信アンテナ素子216_i～216_Kに対応するアンテナ1無線送信部214_i～アンテナK無線送信部214_Kと、送信アレーアンテナ215とから構成される。

受信アレーアンテナ201は、N個の受信アンテナ素子202_i～202_Nから構成される。受信アンテナ素子202_i～202_Nのアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。N個の受信アンテナ素子202_i～202_Nは、各々のアンテナ素子の受信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、受信アレーアンテナ201は、N個の受信アンテナ素子202_i～202_Nが近接して配置されていれば、受信アンテナ素子の数、および配置の仕方に制限はない。配置の仕方の例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

N個の受信アンテナ素子202_i～202_Nによって受信された各信号には、希望ユーザ信号成分と複数の干渉信号成分、及び熱雑音が含まれている。さらに希望ユーザ信号成分、干渉信号成分それぞれに複数のマルチパス成分が存在する。通常、これらの信号成分（希望ユーザ信号成分、干渉信号成分）は異なる方向から到来する。そのため、希望ユーザ信号のパス遅延と受信ビーム番号（パス遅延／受信ビーム番号）の組は複数存在する。

アンテナ1無線受信部203_i～アンテナN無線受信部203_Nは、ローノイズアンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、AGC（Auto Gain Controller）、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ／デジタル変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線受信部203_iを例にとると、アンテナ1無線受信部203_iは、受信アンテナ素子202_iの出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ／デジタル変換などの受信処理を行い、受信ビーム1形成部204_i～受信ビームM形成部204_Mへと出力する。

受信ビーム1形成部204_i～受信ビームM形成部204_Mは、アンテナ1無線受信部203_i～アンテナN無線受信部203_Nの出力を入力とし、入力信号に対

して受信ビーム形成部毎に異なる固定受信ビームを形成し、ユーザ1復調ブロック205₁～ユーザL復調ブロック205_Lへと出力する。固定受信ビームの数、形状、および固定受信ビームの形成方法に制限はなく、固定受信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定受信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じ総和を求める手法（デジタルビームフォーミング）が挙げられる。また、図7では受信ビーム1形成部204₁～受信ビームM形成部204_Mがアンテナ1無線受信部203₁～アンテナN無線受信部203_Nの後段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、バトラーマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

受信ビーム1形成部204₁～受信ビームM形成部204_Mは、すべてのユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）成分とユーザ信号のマルチパス成分を含んだ状態の入力信号に対して、受信ビーム形成部204毎に異なる固定受信ビームを形成して、到来方向毎に入力信号を分離する。

ユーザ1復調ブロック205₁～ユーザL復調ブロック205_Lは、受信ビーム1パス検出部206₁～受信ビームMパス検出部206_Mと、パス遅延／受信ビーム選択部207と、送信ビーム選択部209と、復調処理部210とから構成される。

ユーザ1復調ブロック205₁～ユーザL復調ブロック205_Lは、ユーザ毎に対応してユーザ1受信データ～ユーザL受信データ（ユーザ受信データ）を出力する。ユーザ復調ブロック205それぞれの機能は同一なので、以下、ユーザ1復調ブロック205₁を例に挙げて説明する。

ユーザ1復調ブロック205₁は、受信ビーム1形成部204₁～受信ビームM形成部204_Mの出力を入力とし、ユーザ1送信ビーム番号とユーザ1受信データとを出力する。

受信ビーム1パス検出部206₁～受信ビームMパス検出部206_Mは、受信ビーム1形成部204₁～受信ビームM形成部204_Mの出力を入力とし、それぞれの入力信号におけるユーザ信号のパス遅延を検出し、検出したパス遅延におけるユーザ信号の受信品質を測定して、パス遅延／受信ビーム選択部207へと出力

する。ここで、それぞれの入力信号にはユーザ1信号～ユーザL信号が多重され、さらに伝搬遅延による各ユーザ信号のマルチパス成分が多重されている。

受信ビーム1パス検出部206₁～受信ビームMパス検出部206_Mは、ユーザ信号の既知のシンボル（パイロットシンボル等）のみを用いて、パス検出および検出したパス遅延におけるユーザ信号の受信品質の測定を行うことも可能である。

パス遅延／受信ビーム選択部207は、受信ビーム1パス検出部206₁～受信ビームMパス検出部206_Mの出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、ユーザ信号の受信品質に基づいて復調に用いるパス遅延／受信ビーム番号の組を選択して、選択したパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を送信ビーム選択部209と復調処理部210へと出力する。

送信ビーム選択部209は、パス遅延／受信ビーム選択部207の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、受信品質の優れた遅延パスの存在する受信ビームと同一方向の送信ビーム番号をユーザ1送信ビーム切替回路212₁へと出力する。

一般に、復調に用いるパス遅延／受信ビーム番号の組の数よりも、選択される送信ビームの数は少ない。送信ビームの数が1という場合も多い。理由は、複数ビームでの送信による他ユーザへの干渉を低減するためである。

復調処理部210は、パス遅延／受信ビーム選択部207の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、入力されたパス遅延／受信ビーム番号に基づいて復調処理を行い、ユーザ1受信データを出力する。

ユーザ1変調処理部211₁～ユーザL変調処理部211_Lは、それぞれユーザ1送信データ～ユーザL送信データ（ユーザ送信データ）を入力とし、変調処理を行い、ユーザ1送信ビーム切替回路212₁～ユーザL送信ビーム切替回路212_Lへと出力する。

ユーザ1送信ビーム切替回路212₁～ユーザL送信ビーム切替回路212_Lは、ユーザ毎の送信ビーム選択部209の出力であるユーザ1送信ビーム番号～ユーザL送信ビーム番号と、ユーザ1変調処理部211₁～ユーザL変調処理部211_L

1の出力であるユーザ変調信号とを入力とし、送信ビーム1形成部213₁～送信ビームJ形成部213_Jの中からユーザ毎の送信ビーム番号に相当する送信ビーム形成部を選択してユーザ変調信号を出力する。

送信ビーム1形成部213₁～送信ビームJ形成部213_Jは、ユーザ1送信ビーム切替回路212₁～ユーザL送信ビーム切替回路212_Lの出力を入力とし、入力信号に対して送信ビーム1形成部213₁～送信ビームJ形成部213_J毎に異なる固定送信ビームを形成し、アンテナ1無線送信部214₁～アンテナK無線送信部214_Kへと出力する。固定送信ビームの数、形状、および固定送信ビームの形成方法に制限はなく、固定送信ビームの形状の例としては直交マルチビーム、固定送信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じる手法（デジタルビームフォーミング）が挙げられる。また、図7では送信ビーム1形成部213₁～受信ビームJ形成部213_Jがアンテナ1無線送信部214₁～アンテナK無線送信部214_Kの前段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、バトラーマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

アンテナ1無線送信部214₁～アンテナK無線送信部214_Kは、アンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、直交変調、低域通過フィルタ、デジタル／アナログ変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線送信部214₁を例にとると、アンテナ1無線送信部214₁は、送信ビーム1形成部213₁～送信ビームJ形成部213_Jの出力を入力とし、入力信号のデジタル／アナログ変換、直交変調、基底帯域から無線帯域への周波数変換、信号の増幅などの受信処理を行い、送信アンテナ素子216₁へと出力する。

送信アレーアンテナ215は、K個の送信アンテナ素子216₁～216_Kから構成される。送信アンテナ素子216₁～216_Kのアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。K個の送信アンテナ素子216₁～216_Kは、各々のアンテナ素子の送信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、送信アレーアンテナ215は、K個の受信アンテナ素子216₁～216_Kが近接して配置されていれば、配置の仕方に制限はない。例としては搬送波の半波

長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

K個の送信アンテナ素子 $216_1 \sim 216_K$ は、アンテナ1無線送信部 $214_1 \sim$ アンテナK無線送信部 214_K の出力であるそれぞれの送信ビームによるユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）が多重された信号を入力とし、送信を行う。

図7に示した従来のマルチビーム送受信装置は、受信時には複数の固定受信ビームの中から受信品質の優れた遅延パスの存在する受信ビームを選択して受信を行い、送信時には受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れた組と同一方向の送信ビームを選択して送信を行うことで、希望信号方向に対しては送受信利得を大きくし、その他の方向には送受信利得を小さくするようなビームを形成することができる。

問題点は、図7に示したような従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、送信特性が劣化する、ということである。その理由は、受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れたパス遅延／受信ビーム番号の組と同一方向の送信ビームを選択するため、マルチパス環境において最適な送信ビームを選択できないことにある。マルチパス環境下では、ユーザ信号成分には複数のマルチパス成分が存在する。通常、これらの信号成分は異なる方向から到来するので、それぞれの受信ビームに複数のマルチパス成分が含まれる。

ここで、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、受信時に選択したパス遅延／受信ビーム番号の組の中から、受信品質の優れたパス遅延／受信ビーム番号の組と同一方向の送信ビームを選択するが、受信ビーム毎の総受信品質を比較した場合、選択した受信ビームとは別の受信ビームの方が総受信品質に優れる場合が起こりうる。ここで、総受信品質とは、受信ビームに含まれるマルチパス成分（パス遅延）毎の受信品質の部分又は全体を計算（例えば、加算）したものである。最適な送信ビームは、総受信品質の優れた受信ビームと合致（同一）する方向又は近接する方向の送信ビームであり、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、マルチパス環境下において最適な送信ビームを選択できないことになる。

以下、具体的に数値を示して説明するが、本発明は、この数値に限定されるものではない。

パス遅延／受信ビーム選択部 207 が、以下の 4 つのパス遅延／受信ビーム番号の組に対して、上位 2 つの組（組イ、組ロ）を選択したとする。

組イ（パス遅延イ／受信ビーム 1）の受信品質：10

組ロ（パス遅延ロ／受信ビーム 2）の受信品質：8

組ハ（パス遅延ハ／受信ビーム 2）の受信品質：5

組ニ（パス遅延ニ／受信ビーム 1）の受信品質：1

その際、図 7 に示す従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、送信ビーム選択部 209 が 1 つの送信ビームを選択すると、組イと組ロの受信品質を比較して（ $10 > 8$ ）受信ビーム 1 と同一方向の送信ビームを選択してしまう。しかし、受信ビーム毎の受信品質を計算して求めた総受信品質は受信ビーム 2 の方が優れており（受信ビーム 1 の総受信品質 = $10 + 1 <$ 受信ビーム 2 の総受信品質 = $8 + 5$ ）、従来のマルチビームアンテナ送受信装置では、本当に最適な送信ビームを選択できないことになる。

発明の概要

本発明の目的は、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択し、送信特性及び回線品質の優れたマルチビームアンテナ送受信装置及び送受信方法並びに送信ビーム選択方法を提供することにある。

上記の目的を達成するために、本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とする。

ここで、前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択するようにしてもよい。

また、前記受信品質の指標として受信電力又は SIR (Signal to Interference Ratio: 信号対干渉電力比) を用いてもよい。

また、受信アンテナ素子を配置した受信アレーアンテナと、前記受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信手段と、

前記無線受信手段の出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、前記受信ビーム形成手段の出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調手段と、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理手段と、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替手段と、前記ユーザ送信ビーム切替手段の出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、前記送信ビーム形成手段の出力を入力とし、入力した信号を送信処理して出力する無線送信手段と、前記無線送信手段の出力を送信する送信アンテナ素子を配置した送信アレーアンテナとを備えるものであってもよい。

また、前記ユーザ復調手段は、前記受信ビーム形成手段の出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延／受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するパス遅延／受信ビーム選択手段と、前記パス遅延／受信ビーム選択手段から通知された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理手段と、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理手段と、前記受信ビーム計算処理手段から通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替手段に通知する送信ビーム選択手段とを備えるものであってもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力で

ある前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択手段で選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてもよい。

また、前記複数の受信ビームを形成する手段と、前記複数の送信ビームを形成する手段と、前記受信ビームのそれぞれに対し前記ユーザ信号のパス遅延毎の受信品質の値を加算して総受信品質を計算する手段と、前記総受信品質の優れた受信ビームを選択し、選択された受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択する手段とを備えるものであってもよい。

また、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法は、複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とする。

ここで、前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選

択するようにしてもよい。

また、前記受信品質の指標として受信電力又はSIR (Signal to Interference Ratio: 信号対干渉電力比) を用いてもよい。

また、受信アレーアンテナを構成する受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信ステップと、前記無線受信ステップの出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成ステップと、前記受信ビーム形成ステップの出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延/受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延/受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調ステップと、ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理ステップと、前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替ステップと、前記ユーザ送信ビーム切替ステップの出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成ステップと、前記送信ビーム形成ステップの出力を入力とし、入力した信号を送信処理して送信アレーアンテナを構成する送信アンテナ素子へ出力する無線送信ステップとを備えるものであってもよい。

また、前記ユーザ復調ステップは、前記受信ビーム形成ステップの出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延/受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延/受信ビーム番号を選択するパス遅延/受信ビーム選択ステップと、前記パス遅延/受信ビーム選択ステップから通知された前記パス遅延/受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理ステップと、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延/受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理ステップと、前記受信ビーム計算処理ステップから通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替ステップに通知する送信ビーム選択ステップとを備えるものであってもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するようにしてもよい。

また、前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択ステップで選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてもよい。

また、前記受信ビームのそれぞれに対し前記ユーザ信号のパス遅延毎の受信品質の値を加算して総受信品質を計算するステップと、前記総受信品質の優れた受信ビームを選択し、選択された受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択するステップとを備えるものであってもよい。

また、本発明の送信ビーム選択方法は、受信ビームに存在するユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、送信ビームを選択する

ことを特徴とする。

ここで、前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択するようにしてもよい。

また、本発明の基地局は、上述したマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする。また、本発明の移動局は、上述したマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする。

図面の簡単な説明

図1は、本発明によるマルチビームアンテナ送受信装置の実施例を示すブロック図である。

図2は、送信ビーム選択説明図である。

図3は、受信品質テーブルである。

図4は、ビーム番号対比テーブルである。

図5は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のフローチャートである。

図6は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のユーザ復調ステップのフローチャートである。

図7は、従来のマルチビームアンテナ送受信装置の実施例を示すブロック図である。

実施例の詳細な説明

本発明の実施例について、図面を参照して詳細に説明する。ここでは、ユーザの数を L (L は1以上の整数)、受信アンテナ素子の数を N (N は1以上の整数)、受信ビームの数を M (M は1以上の整数)、送信ビームの数を J (J は1以上の整数)、送信アンテナ素子の数を K (K は1以上の整数)としている。従って、ユーザはユーザ1～ユーザ L となり、ユーザ信号は L 個あり、ユーザ1信号～ユーザ L 信号となる。また、受信ビームは受信ビーム1～受信ビーム M となり、送信ビームは送信ビーム1～送信ビーム J となる。以下、上記のように設定した場合のマルチビームアンテナ送受信装置について説明する。

図1を参照すると、本発明によるマルチビームアンテナ送受信装置は、受信アレーアンテナ101と、受信アレーアンテナ101を構成する受信アンテナ素子102₁～102_Nと、受信アンテナ素子102₁～102_Nに対応するアンテナ1無線受信部103₁～アンテナN無線受信部103_N（無線受信部103とも称す）と、受信ビーム1形成部104₁～受信ビームM形成部104_M（受信ビーム形成部104とも称す）と、ユーザ1復調ブロック105₁～ユーザL復調ブロック105_L（ユーザ復調ブロック105とも称す）と、ユーザ1変調処理部111₁～ユーザL変調処理部111_L（ユーザ変調処理部111とも称す）と、ユーザ1送信ビーム切替回路112₁～ユーザL送信ビーム切替回路112_L（ユーザ送信ビーム切替回路112とも称す）と、送信ビーム1形成部113₁～送信ビームJ形成部113_J（送信ビーム形成部113とも称す）と、送信アンテナ素子116₁～116_Kに対応するアンテナ1無線送信部114₁～アンテナK無線送信部114_K（無線送信部114とも称す）と、無線送信部114に対応する送信アンテナ素子116₁～116_Kと、送信アンテナ素子116₁～116_Kから成る送信アレーアンテナ115とを含んで構成される。

受信アンテナ素子102₁～102_Nのアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。N個の受信アンテナ素子102₁～102_Nは、受信信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、受信アレーアンテナ101は、受信アンテナ素子102₁～102_Nが近接して配置されていれば、受信アンテナ素子102₁～102_Nの数、および配置の仕方に制限はない。配置の仕方の例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

受信アンテナ素子102₁～102_Nによって受信された各信号には、希望ユーザ信号成分と複数の干渉信号成分、及び熱雑音が含まれている。さらに希望ユーザ信号成分、干渉信号成分それぞれに複数のマルチパス成分が存在する。通常、それらの信号成分（マルチパス成分を含む希望ユーザ信号成分、干渉信号成分）は異なった方向から到来する。そのため、希望ユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号の組は複数存在する。

アンテナ1無線受信部103₁～アンテナN無線受信部103_Nは、ローノイズ

アンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、AGC (Auto Gain Controller)、直交検波器、低域通過フィルタ、アナログ/デジタル変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線受信部103₁を例にとると、アンテナ1無線受信部103₁は、受信アンテナ素子102₁の出力を入力とし、入力信号の増幅、無線帯域から基底帯域への周波数変換、直交検波、アナログ/デジタル変換などの受信処理を行い、受信ビーム1形成部104₁〜受信ビームM形成部104_Mへと出力する。

受信ビーム1形成部104₁〜受信ビームM形成部104_Mは、アンテナ1無線受信部103₁〜アンテナN無線受信部103_Nの出力を入力とし、入力信号に対して受信ビーム形成部104毎に異なる固定受信ビームを形成し、ユーザ1復調ブロック105₁〜ユーザL復調ブロック105_Lへと出力する。固定受信ビームの数、形状、および固定受信ビームの形成方法に制限はなく、固定受信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定受信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じ総和を求める手法(デジタルビームフォーミング)が挙げられる。また、図1では受信ビーム1形成部104₁〜受信ビームM形成部104_Mがアンテナ1無線受信部103₁〜アンテナN無線受信部103_Nの後段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、バトラーマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

受信ビーム1形成部104₁〜受信ビームM形成部104_Mは、すべてのユーザ信号(ユーザ1信号〜ユーザL信号)成分とユーザ信号のマルチパス成分を含んだ状態の入力信号に対して、受信ビーム形成部104毎に異なる固定受信ビームを形成して、到来方向毎に入力信号を分離する。

ユーザ1復調ブロック105₁〜ユーザL復調ブロック105_Lは、受信ビーム1パス検出部106₁〜受信ビームMパス検出部106_M(受信ビームパス検出部106とも称す)と、パス遅延/受信ビーム選択部107と、受信ビーム1計算処理部108₁〜受信ビームM計算処理部108_M(受信ビーム計算処理部108とも称す)と、送信ビーム選択部109と、復調処理部110とから構成され、ユーザ1送信ビーム番号〜ユーザL送信ビーム番号(ユーザ送信ビーム番号)及

びユーザ1受信データ～ユーザL受信データ（ユーザ受信データ）を出力する。

以下、ユーザ1復調ブロック105₁～ユーザL復調ブロック105_Lのうちユーザ1復調ブロック105₁を例にとって説明する。

ユーザ1復調ブロック105₁は、受信ビーム1形成部104₁～受信ビームM形成部104_Mの出力を入力とし、ユーザ1送信ビーム番号とユーザ1受信データとを出力する。

受信ビーム1パス検出部106₁～受信ビームMパス検出部106_Mは、受信ビーム1形成部104₁～受信ビームM形成部104_Mの出力を入力とし、それぞれの入力信号におけるユーザ信号のパス遅延を検出し、検出したパス遅延におけるユーザ信号の受信品質を測定して、パス遅延／受信ビーム番号などをパス遅延／受信ビーム選択部107と受信ビーム1計算処理部108₁～受信ビームM計算処理部108_Mへと出力する。ここで、それぞれの入力信号にはユーザ1信号～ユーザL信号が多重されており、さらに伝搬遅延による各ユーザ信号のマルチパス成分が多重されている。ユーザ信号の多重方法に制限はなく、例としてはTDMA（時分割多元接続）、CDMA（符号分割多元接続）が挙げられる。また、多重された複数のユーザ信号の分離方法とマルチパス成分のパス遅延の検出方法および検出されるパス遅延の数に制限はない。さらに、測定する受信品質の指標と測定方法に制限はない。受信品質の指標の例としては、受信電力（受信レベル、受信電界強度なども含まれる。）、SIR（Signal to Interference Ratio：信号対干渉電力比）が挙げられる。SIRの他に、SINR（Signal to Interference-plus-Noise power Ratio：信号対干渉電力+雑音電力比）、SNR（Signal to Noise Ratio：信号対雑音比）などで表現される指標も含まれるものとする。

受信ビーム1パス検出部106₁～受信ビームMパス検出部106_Mは、ユーザ信号の既知のシンボル（パイロットシンボル等）のみを用いて、パス検出および検出したパスに関するパス遅延におけるユーザ信号の受信品質の測定を行うことも可能である。

パス遅延／受信ビーム選択部107は、受信ビーム1パス検出部106₁～受信

ビームMパス検出部106_Mの出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、ユーザ信号の受信品質に基づいて復調に用いるパス遅延／受信ビーム番号の組を選択して、選択したパス遅延／受信ビーム番号の組を復調処理部110へと出力する。

ここで、復調に用いるパス遅延／受信ビーム番号の組の選択方法に制限はなく、例としては受信品質の優れた上位A個（Aは2以上の整数）の組を選択する方法、一定の受信品質基準を満たす組を最大B個（Bは2以上の整数）まで選択する方法が挙げられる。

受信ビーム1計算処理部108₁～受信ビームM計算処理部108_Mは、各受信ビームに対応する受信ビーム1パス検出部106₁～受信ビームMパス検出部106_Mの出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算して、受信ビーム番号と受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質情報とを送信ビーム選択部109へと出力する。総受信品質とは、受信ビームに含まれるマルチパス成分（パス遅延）毎の受信品質の部分又は全体を計算（例えば、加算）したものである。

ここで、受信ビーム毎に計算するユーザ信号の総受信品質の指標として、受信ビーム毎に通知されたパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信電力を用いる方法が挙げられる。

また、受信ビーム毎に計算するユーザ信号の総受信品質の指標として、受信ビーム毎に通知されたパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号のSIRを用いる方法が挙げられる。

受信ビーム1計算処理部108₁～受信ビームM計算処理部108_Mにおいて受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際、計算を簡略化するために、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質のみを用いて受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する手法も、本発明に含まれる。

ここで、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号として、ユーザ信号の受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）のパス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

また、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号として、ユーザ信号の受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までのパス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

さらに、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号として、パス遅延／受信ビーム選択部107において選択されたパス遅延／受信ビーム番号を用いる方法が挙げられる。

送信ビーム選択部109は、受信ビーム1計算処理部108₁～受信ビームM計算処理部108_Mの出力である受信ビーム番号とその受信ビームにおけるユーザ信号の総受信品質情報を入力とし、総受信品質の優れた受信ビーム番号と合致する方向又は近接する方向を有するユーザ1送信ビーム番号～ユーザL送信ビーム番号（ユーザ送信ビーム番号）をユーザ1送信ビーム切替回路112₁へ出力する。

復調処理部110は、パス遅延／受信ビーム選択部107の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報を入力とし、入力されたパス遅延／受信ビーム番号に基づいて復調処理を行い、ユーザ1受信データを出力する。

ユーザ1変調処理部111₁～ユーザL変調処理部111_Lは、それぞれユーザ1送信データ～ユーザL送信データ（ユーザ送信データ）を入力とし、変調処理を行い、ユーザ1変調信号～ユーザL変調信号（ユーザ変調信号）をユーザ1送信ビーム切替回路112₁～ユーザL送信ビーム切替回路112_Lへと出力する。

ユーザ1送信ビーム切替回路112₁～ユーザL送信ビーム切替回路112_Lは、ユーザ（ユーザ1～ユーザL）毎の送信ビーム選択部109の出力であるユーザ1送信ビーム番号～ユーザL送信ビーム番号と、ユーザ1変調処理部111₁～ユーザL変調処理部111_Lの出力であるユーザ1変調信号～ユーザL変調信号とを入力とし、送信ビーム1形成部113₁～送信ビームJ形成部113_Jの中からユーザ毎のユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビーム形成部113を選択してユーザ変調信号を出力する。

送信ビーム1形成部113₁～送信ビームJ形成部113_Jは、ユーザ1送信ビーム切替回路112₁～ユーザL送信ビーム切替回路112_Lの出力を入力とし、入力信号に対して送信ビーム1形成部113₁～送信ビームJ形成部113_J毎に

異なる固定送信ビームを形成し、アンテナ1無線送信部114_i～アンテナK無線送信部114_Kへと出力する。

固定送信ビームの数、形状、および固定送信ビームの形成方法に特に制限はなく、固定送信ビームの形状の例としては直交マルチビームがあり、固定送信ビームの形成方法の例としてはデジタル演算により各入力信号に固定複素ビーム重みを乗じる手法（デジタルビームフォーミング）が挙げられる。また、図1では送信ビーム1形成部113_i～受信ビームJ形成部113_Jがアンテナ1無線送信部114_i～アンテナK無線送信部114_Kの前段にあり、基底帯域のデジタル信号に対してビーム形成を行っているが、バトラーマトリクス等の無線帯域におけるビーム形成法を用いることも可能である。

アンテナ1無線送信部114_i～アンテナK無線送信部114_Kは、アンプ、帯域制限フィルタ、ミキサ、局部発振器、直交変調、低域通過フィルタ、デジタル／アナログ変換器などから構成される。ここで、アンテナ1無線送信部114_iを例にとると、アンテナ1無線送信部114_iは、送信ビーム1形成部113_i～送信ビームJ形成部113_Jの出力を入力とし、入力した信号のデジタル／アナログ変換、直交変調、基底帯域から無線帯域への周波数変換、信号の増幅などの送信処理を行い、送信アンテナ素子116_iへと出力する。

送信アレーアンテナ115は、K個の送信アンテナ素子116_i～116_Kから構成される。送信アンテナ素子116_i～116_Kのアンテナ素子単体での水平面内および垂直面内指向性に特に制限はなく、例としてはオムニ（無指向性）、ダイポール（双極指向性）が挙げられる。送信アンテナ素子116_i～116_Kは、送信する信号が相関を有するように近接して配置される。ここで、送信アレーアンテナ115は、送信アンテナ素子116_i～116_Kが近接して配置されていれば、配置の仕方に特に制限はない。例としては搬送波の半波長間隔の円状配置、線状配置が挙げられる。

送信アンテナ素子116_i～116_Kは、アンテナ1無線送信部114_i～アンテナK無線送信部114_Kの出力であるそれぞれの送信ビームによるユーザ信号が多重された信号を入力とし、送信を行う。

次に、受信ビーム番号の選択と送信ビーム番号の選択について、図2、図3、

図4を参照して詳細に説明する。

図2は送信ビーム選択説明図で、説明に必要な構成品を中心に記載している。図3は受信品質テーブル、図4はビーム番号対比テーブルである。ユーザ番号が1、受信ビーム番号が1、2の場合における送信ビーム選択の動作を詳細に説明する。図2では、受信ビーム1～受信ビームM（受信ビーム）を示しているが、ここでは、受信ビーム1、受信ビーム2のみとして説明する。

受信ビーム計算処理部108は、受信ビーム1、受信ビーム2ごとのユーザ1信号の受信品質から総受信品質を図3のように計算（例えば、加算）する。受信ビーム番号と受信ビーム毎のユーザ1信号の総受信品質情報とを送信ビーム選択部109へ出力する。送信ビーム選択部109は、総受信品質の優れた受信ビームが受信ビーム2であるので、受信ビーム番号として2を選択する。次に、ビーム番号対比テーブル109₁を参照して、受信ビーム2に合致する方向又は近接方向として対応している送信ビーム番号として1を選択する。次に、ユーザ1のユーザ1送信ビーム番号を1として、ユーザ1送信ビーム切替回路112₁へ出力する。ユーザ1送信ビーム切替回路112₁が、送信ビーム1を形成する送信ビーム1形成部113₁に切替えることで、ユーザ1のユーザ1送信データは、形成された送信ビーム1で放射される。

本発明のマルチビームアンテナ送受信装置は、移動通信システムを構成する基地局や移動局に使用できることは当然である。

図5は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法を示すフローチャートである。図6は、本発明のマルチビームアンテナ送受信方法のユーザ復調ステップを示すフローチャートである。図1、5、6を使用して以下、マルチビームアンテナ送受信方法を説明する。

受信アレーアンテナ101を構成する受信アンテナ素子102₁～受信アンテナ素子102_Nの出力を入力とし、入力した信号の増幅、周波数変換、直交検波、アナログ/デジタル変換などの受信処理を行って出力する（無線受信ステップS1）。この無線受信ステップS1は、アンテナ1無線受信部103₁～アンテナN無線受信部103_Nによる。

次に、無線受信ステップS1の出力を入力として受信ビームを形成する（受信

ビーム形成ステップS 2)。この受信ビーム形成ステップS 2は、受信ビーム1形成部104_i～受信ビームM形成部104_mによる。

受信ビーム形成ステップS 2の出力を入力とし、受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力する（ユーザ復調ステップS 3）。このユーザ復調ステップS 3は、ユーザ1復調ブロック105_i～ユーザL復調ブロック105_Lによる。

ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力する（ユーザ変調処理ステップS 4）。このユーザ変調処理ステップS 4は、ユーザ変調処理部111_i～ユーザ変調処理部111_Lによる。

ユーザ送信ビーム番号及びユーザ変調信号を入力し、ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるようにユーザ変調信号を出力する（ユーザ送信ビーム切替ステップS 5）。このユーザ送信ビーム切替ステップS 5は、ユーザ1送信ビーム切替回路112_i～ユーザL送信ビーム切替回路112_Lによる。

ユーザ送信ビーム切替ステップS 5の出力を入力とし、送信ビームを形成する（送信ビーム形成ステップS 6）。この送信ビーム形成ステップS 6は、送信ビーム1形成部113_i～送信ビームJ形成部113_jによる。

送信ビーム形成ステップS 6の出力を入力とし、入力した信号のディジタル／アナログ変換、直交変調、周波数変換、増幅などの送信処理を行って送信アンテナ素子へ出力する（無線送信ステップS 7）。この無線送信ステップS 7は、アンテナ1無線送信部114_i～アンテナK無線送信部114_k、送信アレーアンテナ115によって行われる。

さらに、ユーザ復調ステップS 3において、受信ビーム形成ステップS 2の出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、パス遅延／受信ビーム番号などを出力する（受信ビームパス検出ステップS 31）。この受信ビームパス検出ステップS 31は、受信ビーム1パス検出部106_i～受信ビームMパス検出部106_mによる。

次に、受信ビームパス検出ステップS 31の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から復調に用いるパス遅延／受信ビーム番号を選択する（パス遅延／受信ビーム選択ステップS 32）。このパス遅延／

受信ビーム選択ステップS 3 2は、パス遅延／受信ビーム選択部1 0 7による。

次に、パス遅延／受信ビーム選択ステップS 3 2から通知されたパス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う（復調処理ステップS 3 3）。この復調処理ステップS 3 3は、復調処理部1 1 0による。

次に、受信ビームパス検出ステップS 3 1の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する（受信ビーム計算処理ステップS 3 4）。この受信ビーム計算処理ステップS 3 4は、受信ビーム1計算処理部1 0 8₁～受信ビームM計算処理部1 0 8_Mによる。

次に、受信ビーム計算処理ステップS 3 4から通知された受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質情報から送信ビームを選択しユーザ送信ビーム切替ステップS 5に通知する（送信ビーム選択ステップS 3 5）。この送信ビーム選択ステップS 3 5は、送信ビーム選択部1 0 9による。

なお、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、受信ビームパス検出ステップS 3 1の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算する。

さらに、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、受信ビームパス検出ステップS 3 1の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてS I Rを用い、総受信品質として総S I Rを計算する。

さらに、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、受信ビームパス検出ステップS 3 1の出力であるパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質情報から受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質のみを用いて受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する。

さらに、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）のパス遅延／受信ビーム番号を選択する。

さらに、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までのパス遅延／受信ビーム番号を選択する。

さらに、受信ビーム計算処理ステップS 3 4において、一定の基準に基づいて選択したパス遅延／受信ビーム番号として、パス遅延／受信ビーム選択部で選択されたパス遅延／受信ビーム番号を用いる。

次に、上述した実施例の効果について説明する。本発明では、受信ビーム（受信ビーム1～受信ビームM）毎のユーザ信号（ユーザ1信号～ユーザL信号）の総受信品質を計算し、総受信品質の優れた受信ビームと同一方向又は近接方向の送信ビームを選択するため、マルチパス環境においても最適な送信ビームを選択することができる。したがって、送信特性に優れるとともに、上り及び／又は下りの回線品質に優れる。

請 求 の 範 囲

1. 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

2. 請求の範囲第1項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、
前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

3. 請求の範囲第1項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、
前記受信品質の指標として受信電力又はSIR (Signal to Interference Ratio: 信号対干渉電力比) を用いることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

4. 請求の範囲第1項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、
受信アンテナ素子を配置した受信アレーアンテナと、
前記受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信手段と、
前記無線受信手段の出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成手段と、
前記受信ビーム形成手段の出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調手段と、
ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理手段と、

前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替手段と、

前記ユーザ送信ビーム切替手段の出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成手段と、

前記送信ビーム形成手段の出力を入力とし、入力した信号を送信処理して出力する無線送信手段と、

前記無線送信手段の出力を送信する送信アンテナ素子を配置した送信アレーアンテナと、

を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

5. 請求の範囲第4項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記ユーザ復調手段は、

前記受信ビーム形成手段の出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延／受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出手段と、

前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延／受信ビーム番号を選択するパス遅延／受信ビーム選択手段と、

前記パス遅延／受信ビーム選択手段から通知された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理手段と、

前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理手段と、

前記受信ビーム計算処理手段から通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替手段に通知する送信ビーム選択手段と、

を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

6. 請求の範囲第5項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

7. 請求の範囲第5項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

8. 請求の範囲第5項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記受信ビームパス検出手段の出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

9. 請求の範囲第8項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

10. 請求の範囲第8項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個

(Qは2以上の整数)までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

1 1. 請求の範囲第8項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記受信ビーム計算処理手段は、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択手段で選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

1 2. 請求の範囲第1項記載のマルチビームアンテナ送受信装置において、

前記複数の受信ビームを形成する手段と、

前記複数の送信ビームを形成する手段と、

前記受信ビームのそれぞれに対し前記ユーザ信号のパス遅延毎の受信品質の値を加算して総受信品質を計算する手段と、

前記総受信品質の優れた受信ビームを選択し、選択された受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択する手段と、
を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信装置。

1 3. 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

1 4. 請求の範囲第13項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する前記送信ビームを選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

1 5. 請求の範囲第13項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信品質の指標として受信電力又はSIR (Signal to Int

erference Ratio : 信号対干渉電力比) を用いることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

16. 請求の範囲第13項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、
受信アレーアンテナを構成する受信アンテナ素子の出力を入力とし、入力した信号を受信処理して出力する無線受信ステップと、
前記無線受信ステップの出力を入力として受信ビームを形成する受信ビーム形成ステップと、
前記受信ビーム形成ステップの出力を入力とし、前記受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延／受信ビーム番号における総受信品質を計算してユーザ送信ビーム番号を出力し、前記パス遅延／受信ビーム番号を用いてユーザ受信データを出力するユーザ復調ステップと、
ユーザ送信データを入力し、変調処理を行ってユーザ変調信号を出力するユーザ変調処理ステップと、
前記ユーザ送信ビーム番号及び前記ユーザ変調信号を入力し、前記ユーザ送信ビーム番号に相当する送信ビームが形成されるように前記ユーザ変調信号を出力するユーザ送信ビーム切替ステップと、
前記ユーザ送信ビーム切替ステップの出力を入力とし、前記送信ビームを形成する送信ビーム形成ステップと、
前記送信ビーム形成ステップの出力を入力とし、入力した信号を送信処理して送信アレーアンテナを構成する送信アンテナ素子へ出力する無線送信ステップと、
を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

17. 請求の範囲第16項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、
前記ユーザ復調ステップは、
前記受信ビーム形成ステップの出力からユーザ毎のパス遅延を検出し、前記パス遅延／受信ビーム番号を出力する受信ビームパス検出ステップと、
前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から復調に用いる前記パス遅延／受信ビーム番号

を選択するパス遅延／受信ビーム選択ステップと、

前記パス遅延／受信ビーム選択ステップから通知された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いて復調を行う復調処理ステップと、

前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する受信ビーム計算処理ステップと、

前記受信ビーム計算処理ステップから通知された前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質から前記送信ビームを選択し前記ユーザ送信ビーム切替ステップに通知する送信ビーム選択ステップと、

を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

18. 請求の範囲第17項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標として受信電力を用い、総受信品質として総受信電力を計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

19. 請求の範囲第17項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎のユーザ信号の総受信品質を計算する際に、受信品質の指標としてSIRを用い、総受信品質として総SIRを計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

20. 請求の範囲第17項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記受信ビームパス検出ステップの出力である前記パス遅延／受信ビーム番号におけるユーザ信号の受信品質から前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算する際、一定の基準に基づいて選択

した前記パス遅延／受信ビーム番号における受信品質を用いて前記受信ビーム毎にユーザ信号の総受信品質を計算することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

21. 請求の範囲第20項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質の優れた上位P個（Pは2以上の整数）の前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

22. 請求の範囲第20項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として受信品質が一定の受信品質基準を満たす最大Q個（Qは2以上の整数）までの前記パス遅延／受信ビーム番号を選択することを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

23. 請求の範囲第20項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビーム計算処理ステップは、前記一定の基準に基づいて選択した前記パス遅延／受信ビーム番号として、前記パス遅延／受信ビーム選択ステップで選択された前記パス遅延／受信ビーム番号を用いることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

24. 請求の範囲第13項記載のマルチビームアンテナ送受信方法において、

前記受信ビームのそれぞれに対し前記ユーザ信号のパス遅延毎の受信品質の値を加算して総受信品質を計算するステップと、

前記総受信品質の優れた受信ビームを選択し、選択された受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択するステップと、
を備えることを特徴とするマルチビームアンテナ送受信方法。

25. 受信ビームに存在するユーザの信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、送信ビームを選択することを特徴とする送信ビーム選択方法。

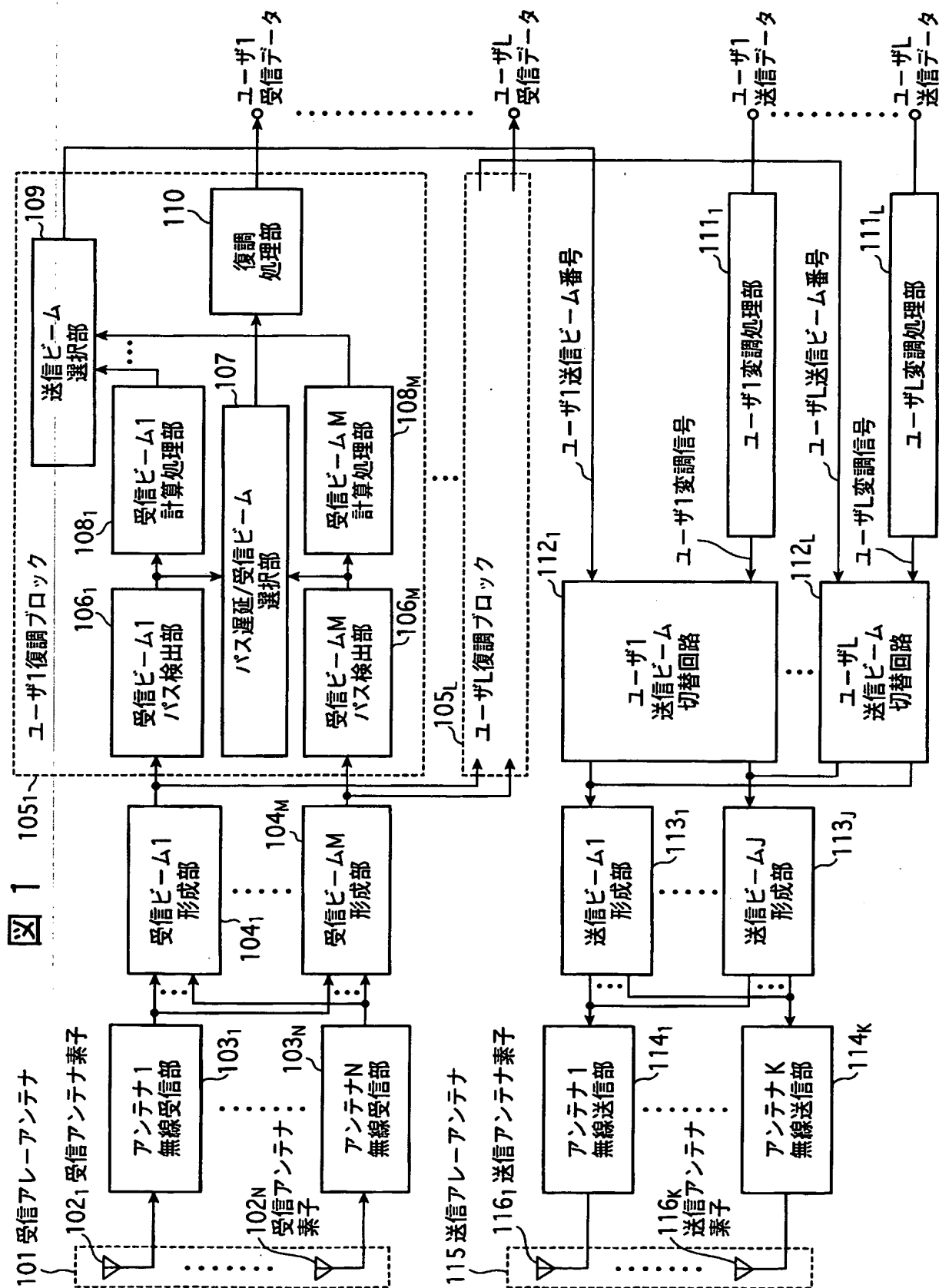
26. 請求の範囲第25項記載の送信ビーム選択方法において、

前記総受信品質に基づいて前記受信ビームを選択し、選択された前記受信ビームの方向に合致する方向又は近接する方向を有する送信ビームを選択することを特徴とする送信ビーム選択方法。

27. 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択するマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする基地局。

28. 複数の受信ビームと複数の送信ビームとを備え、前記複数の受信ビームに存在するユーザ信号のパス遅延の受信品質から計算した総受信品質に基づいて、前記送信ビームを選択するマルチビームアンテナ送受信装置を具備することを特徴とする移動局。

1/7



2/7

図 2

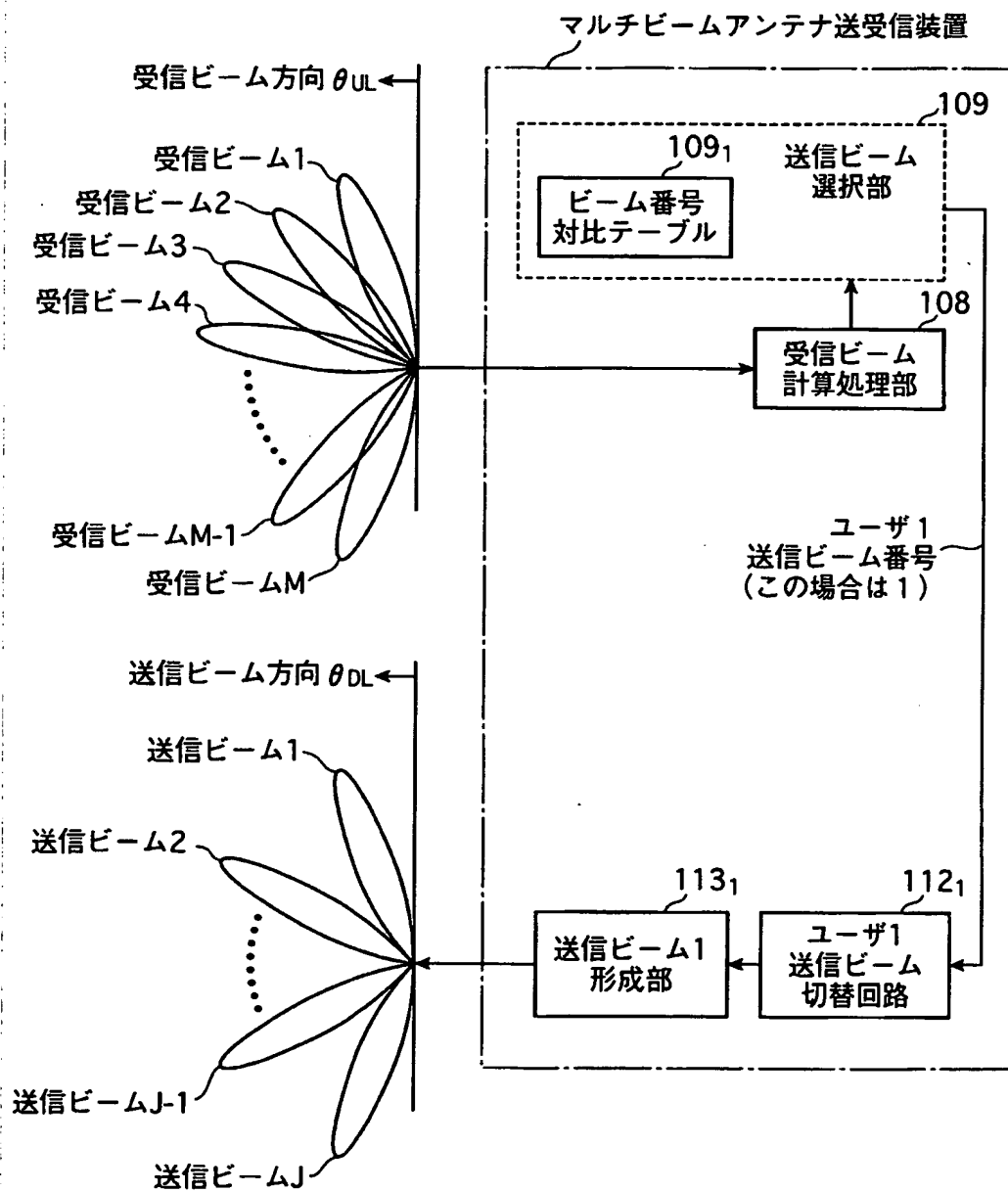


図 3

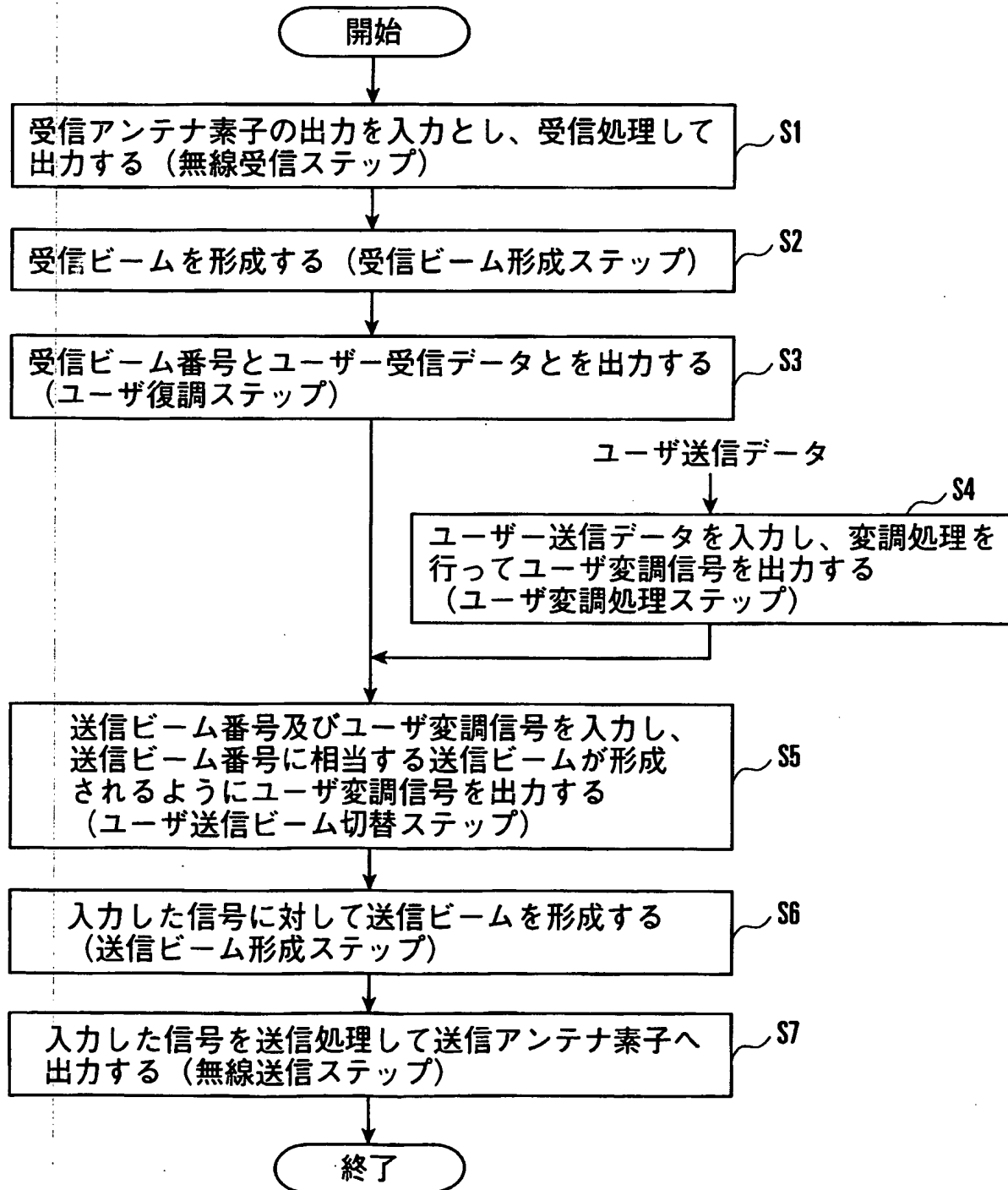
[illegible]

図 4

受信ビーム 方向 θ_{UL} (度)	受信ビーム番号	送信ビーム 方向 θ_{DL} (度)	送信ビーム番号
20	1	30	1
40	2		
60	3	70	2
80	4		
⋮	⋮	⋮	⋮
140	M-1	150	J
160	M		

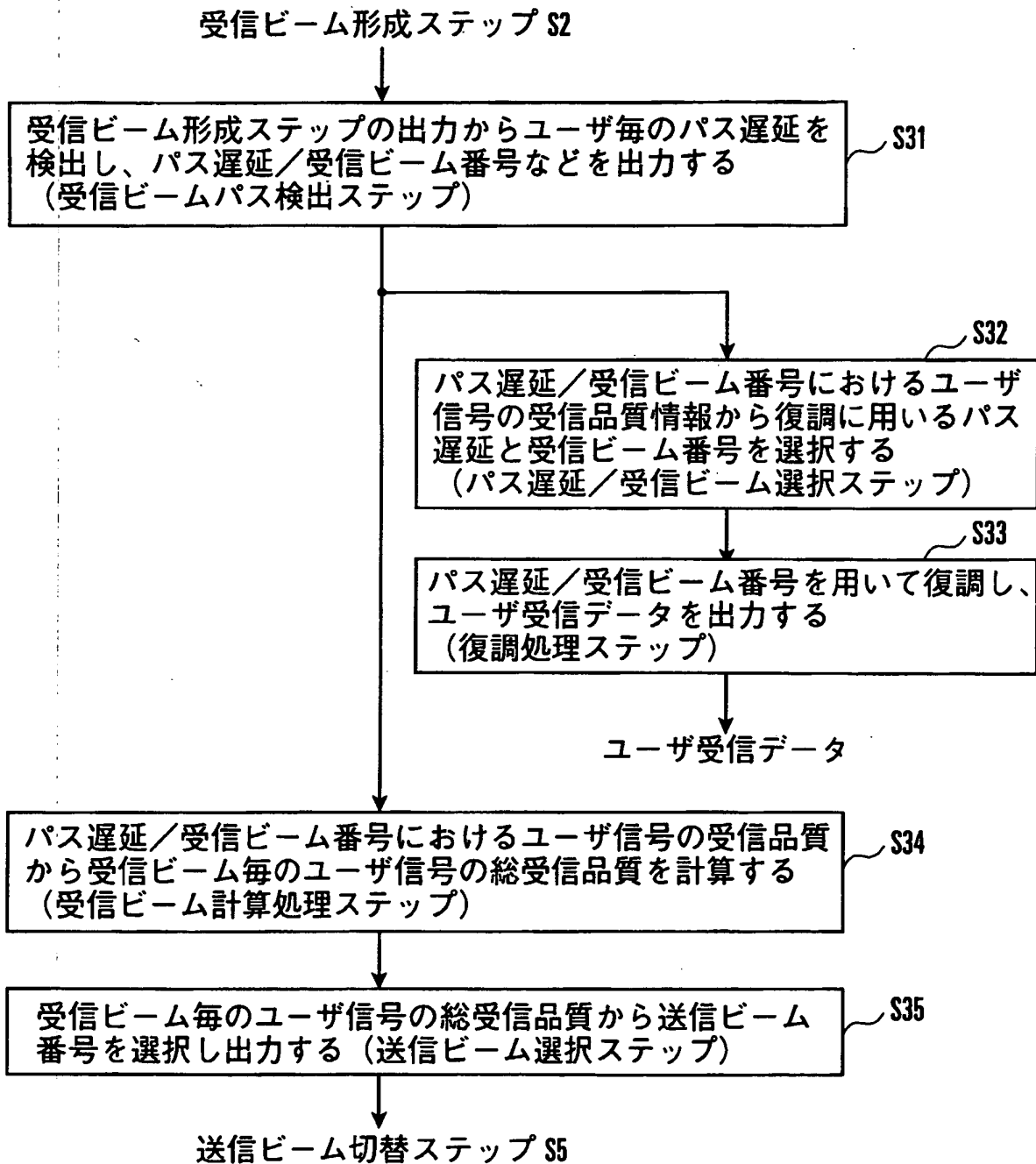
5/7

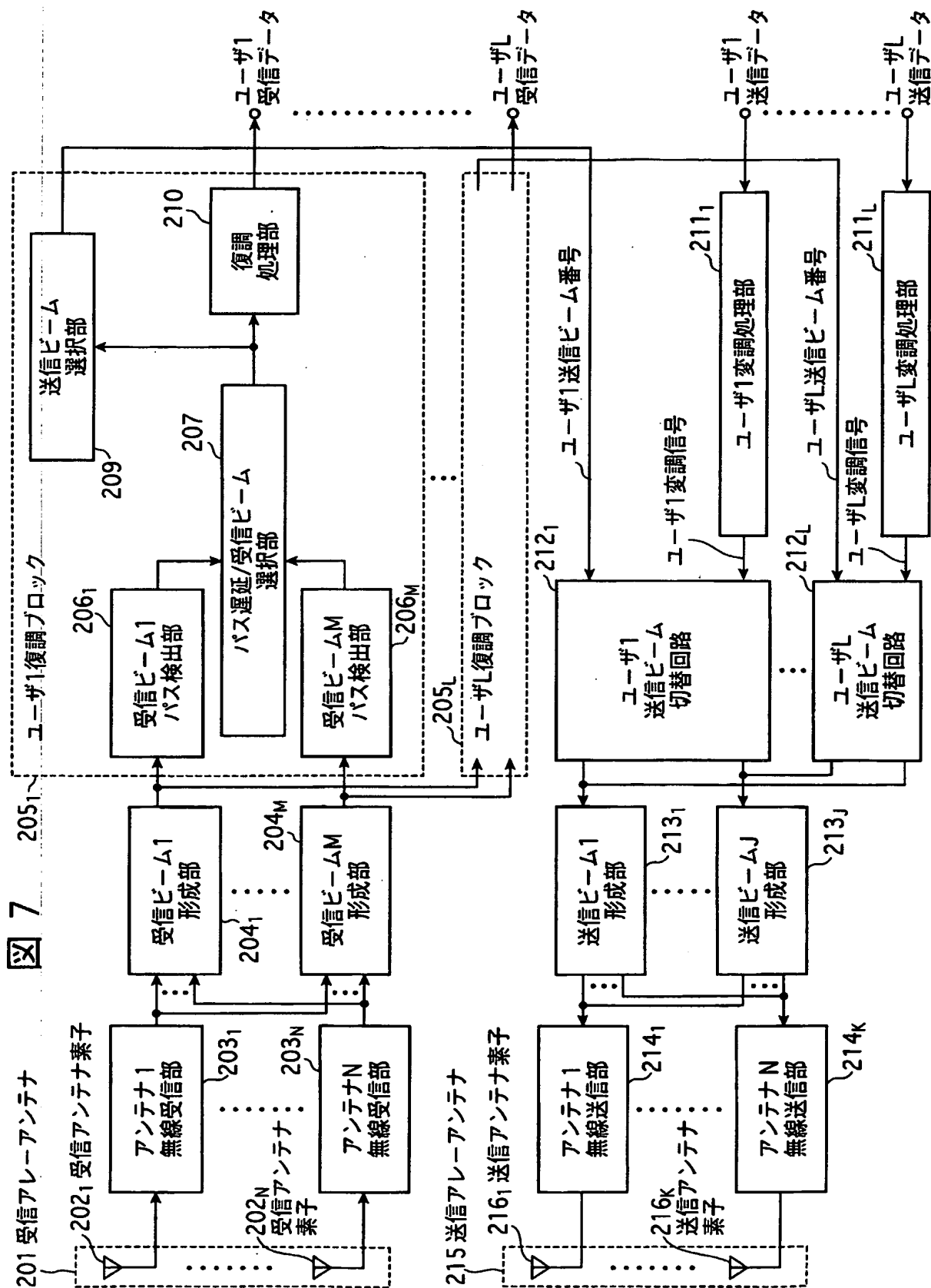
図 5



6/7

図 6





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01791

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04B7/06, H01Q3/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04B7/02-7/12, H04L1/02-1/06, H01Q3/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-41607 A (KDD Kabushiki Kaisha), 19 February, 1993 (19.02.93), Full text; Figs. 1 to 9 & US 5218359 A	1-28
A	JP 10-285092 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 23 October, 1998 (23.10.98), Full text; Figs. 1 to 6 & EP 869577 A1 & US 6240149 B1	1-28
A	JP 2001-251233 A (Toshiba Corp.), 14 September, 2001 (14.09.01), Full text; Figs. 1 to 10 & US 2001/49295 A1	1-28

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means

"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
document member of the same patent family
"Y"
"&"

Date of the actual completion of the international search
27 May, 2003 (27.05.03)

Date of mailing of the international search report
10 June, 2003 (10.06.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H04B7/06, H01Q3/26

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H04B7/02-7/12, H04L1/02-1/06,
H01Q3/26

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 5-41607 A (国際電信電話株式会社) 1993. 02. 19, 全文, 第1-9図 & US 5218359 A	1-28
A	JP 10-285092 A (松下電器産業株式会社) 1998. 10. 23, 全文, 第1-6図 & EP 869577 A1 & US 6240149 B1	1-28

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 05. 03

国際調査報告の発送日

10.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

溝 本 安 展

印

5 J

9 4 7 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3535

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-251233 A (株式会社東芝) 2001. 09. 14, 全文, 第1-10図 & US 2001/49295 A1	1-28

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.